

S 03P1381 US

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年 1 2 月 2 5 日  
Date of Application:

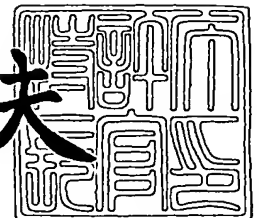
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 3 7 5 1 2 2  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 2 - 3 7 5 1 2 2 ]

出      願      人                      ソニー株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年    8 月 1 1 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 4 4 0 5

【書類名】 特許願

【整理番号】 0290747801

【提出日】 平成14年12月25日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 5/64  
G11B 5/716

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社  
内

【氏名】 本橋 一成

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

【識別番号】 100094053

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐藤 隆久

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014890

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9707389

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

長尺状の非磁性支持体と、

前記非磁性支持体の一主面に、真空薄膜形成技術によって形成された斜方柱状構造を有する磁性層であって、第 1 の強磁性金属薄膜と、前記第 1 の強磁性金属薄膜上に形成され、斜方柱状構造の成長方向が前記第 1 の強磁性金属薄膜と逆方向である第 2 の強磁性金属薄膜とを有する前記磁性層とを有し、

前記磁性層の残留磁化  $M_r$  と膜厚  $\delta$  との積である  $M_r \cdot \delta$  が式 (1) で表される範囲にあり、

前記第 1 の強磁性金属薄膜の膜厚  $d_1$  と前記第 2 の強磁性金属薄膜の膜厚  $d_2$  が式 (2) および (3) で表される関係を有し、

前記磁性層の保磁力  $H_c$  が式 (4) で表される範囲にある

$$3 \text{ (mA)} \leq M_r \cdot \delta < 30 \text{ (mA)} \quad \dots (1)$$

$$40 \text{ (nm)} \leq d_1 + d_2 \leq 100 \text{ (nm)} \quad \dots (2)$$

$$1/2 \leq d_2/d_1 \leq 1 \quad \dots (3)$$

$$H_c \geq 100 \text{ (kA/m)} \quad \dots (4)$$

磁気記録媒体。

【請求項 2】

前記  $M_r \cdot \delta$  が式 (1a) で表される範囲にあり、記録された信号が磁気抵抗効果型磁気ヘッドの摺動により再生される

$$12 \text{ (mA)} \leq M_r \cdot \delta < 30 \text{ (mA)} \quad \dots (1a)$$

請求項 1 記載の磁気記録媒体。

【請求項 3】

前記  $M_r \cdot \delta$  が式 (1b) で表される範囲にあり、記録された信号が巨大磁気抵抗効果型磁気ヘッドの摺動により再生される

$$3 \text{ (mA)} \leq M_r \cdot \delta < 12 \text{ (mA)} \quad \dots (1b)$$

請求項 1 記載の磁気記録媒体。

**【請求項 4】**

長手方向に平行に複数のトラックを有し、リニア方式で信号の記録および再生が行われる

請求項 1 記載の磁気記録媒体。

**【請求項 5】**

前記磁性層上に保護層を有する

請求項 1 記載の磁気記録媒体。

**【請求項 6】**

前記保護層はダイヤモンドライクカーボン膜を含む

請求項 5 記載の磁気記録媒体。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は高密度磁気記録媒体に関し、特に、磁気抵抗効果型磁気ヘッド（MRヘッド）、若しくは巨大磁気抵抗効果型磁気ヘッド（GMRヘッド）を用い、磁気テープの長手方向に対して磁気ヘッドを双方向に動かしながら記録する、いわゆるリニア方式の磁気記録テープシステムにおいて、信号の再生がなされる磁気記録媒体に関する。

**【0002】****【従来の技術】**

近年、ビデオテープレコーダー等の分野における磁気記録媒体としては、さらなる高画質化及び高記録密度化を達成するために、直接非磁性支持体上に磁性金属材料、Co-Ni系合金、Co-Cr系合金、Co-CoO系金属酸化物等の各種磁性材料を真空薄膜形成技術により被着させて磁性層を形成した構成の、いわゆる金属薄膜型の磁気記録媒体が適用されている。

**【0003】**

さらに、上記のような磁気記録媒体の電磁変換特性を向上させ、より大きな出力が得られるようにするため、磁気記録媒体の磁性層を形成するに際し、磁性層を斜方に蒸着する、いわゆる斜方蒸着が提案され、この方法によって磁性層が形

成された磁気記録媒体は、ハイバンド 8 mmビデオテープレコーダー、デジタルビデオテープレコーダー用の蒸着テープとして実用化されている。

#### 【0004】

上述したような金属薄膜型の磁気記録媒体は、保磁力や角型比に優れ、また磁性層を極めて薄層に形成できることから、短波長領域での電磁変換特性に優れ、記録減磁や再生時の厚み損失が著しく小さい。また、磁性粉を結合剤に分散させた磁性塗料を非磁性支持体に塗布して磁性層を形成するいわゆる塗布型の磁気記録媒体と異なり、磁性層中に非磁性材料である結合剤が混入しないので、強磁性金属材料の充填密度が高められ、高記録密度化を図る際に有利である。

#### 【0005】

また、斜方蒸着による磁気テープは、例えば長尺状の非磁性支持体を長手方向に走行させ、走行状態で非磁性支持体の一主面側に磁性材料を堆積させて磁性層を形成する方法によって作製され、高い生産性と優れた磁気特性が確保できる。

#### 【0006】

一方、磁気テープ等の磁気記録媒体のデータストリーマーとしての需要が高まるに伴い、さらなる磁気記録媒体の高記録密度化が要求されてきている。さらに記録情報の再生を行う際に用いる磁気ヘッドとして、従来の誘導型ヘッドに代わり磁気抵抗効果型磁気ヘッド（MRヘッド）あるいは巨大磁気抵抗効果型磁気ヘッド（GMRヘッド）が適用されるようになってきている。このMRヘッドやGMRヘッドは磁性層からの微小な漏洩磁束を高感度に検出することができるので、記録密度の向上を図るために有効である。

#### 【0007】

MRヘッドやGMRヘッドは、漏洩磁束に対する感度が飽和する検知限界があり、MRヘッドやGMRヘッドの設計以上に大きな漏洩磁束を検出することができない。したがって、磁気記録媒体の磁性層膜厚を薄層化することにより、漏洩磁束に対する感度を最適化する必要がある。

#### 【0008】

ところで、データストリーマー用途としての磁気テープの記録再生のシステムには、ヘリカルスキャン方式とリニア方式の2種類が実用化されている。ヘリカ

ルスキャン方式は、回転ドラム上に配置された磁気ヘッドが、高速に回転しながら磁気テープ上をスキャンすることで記録再生を行う方式である。

#### 【0009】

ヘリカルスキャン方式の特徴としては、記録トラックを精密に記録できるだけでなく、再生時には記録したトラックを正確にスキャンできるように制御することが原理的に可能であり、磁気テープシステムにおいて高記録密度を達成することが可能である。こうしたヘリカルスキャン方式は、VHSなどの家庭用ビデオ録画装置や、ハイバンド8mmビデオテープレコーダー、デジタルビデオテープレコーダー用として幅広く実用化されている。

#### 【0010】

一方、リニア方式は磁気テープの幅方向にトラックを設け、長手方向に記録を行う方式である。高速でテープを走行させることが容易であると同時に、磁気ヘッドを並列に数多く並べることによって記録再生の転送レートを向上させることが可能である。

#### 【0011】

カムコーダ用途などの磁気記録テープシステムでは高記録密度が達成可能なヘリカルスキャン方式が有利であるが、磁気記録テープシステムの体積に制約の少ないデータストレージ用途では、上記リニア方式が幅広く実用化され、市場においてもDLT (digital linear tape) やLTO (linear tape-open) といった商品が主流となっている。

#### 【0012】

こうしたリニア方式のデータストレージ用途の磁気テープ媒体としては、いわゆる塗布型の磁気テープのみが用いられており、斜方蒸着による磁気テープ媒体は用いられてこなかった。これは、ヘリカルスキャン方式では、磁気テープと磁気ヘッドの相対的な動きが一定方向であるのに対し、リニア方式では磁気テープと磁気ヘッドが相対的に、テープ長手方向の双方向に動くためである。

#### 【0013】

図3は斜方蒸着により得られる磁気テープ媒体の模式的な断面図である。図3に示すように、非磁性支持体101上に磁性層102が形成されている。斜方蒸

着による磁気テープ媒体は、記録した磁気ビットが向く磁化容易軸がテープ面内方向ではなく面内から立ち上がった構造となっている。

#### 【0014】

そのため、記録再生に際してヘッドが斜方蒸着膜の柱状構造に対して正方向（矢印A方向）に摺動する場合は良好な記録再生特性が発揮されるが、斜方蒸着の柱状構造に対して逆方向（矢印B方向）に摺動する場合には、最適記録電流、位相特性、CN比、出力特性などの特性が正方向に摺動した場合に比べて劣り、十分な記録再生特性が得られないという欠点がある。

#### 【0015】

そのため、記録再生を双方向に行うリニア方式においては、斜方蒸着を用いた磁気テープ媒体はほとんど用いられてこなかった。一方、ヘッドが斜方蒸着膜の柱状構造に対して正方向に摺動する場合と逆方向に摺動する場合で記録再生特性が異なるという問題を解決する方法として、成長方向が互いに異なる2層の斜方蒸着膜により斜方蒸着テープの磁性層を構成する方法が提案されている（特許文献1および2参照）。

#### 【0016】

図4は特許文献1および2記載の磁気テープ媒体の模式的な断面図である。図4に示すように、非磁性支持体101上に下層強磁性金属薄膜102aと上層強磁性金属薄膜102bの2層からなる磁性層102が形成されている。下層強磁性金属薄膜102aと上層強磁性金属薄膜102bの成長方向は互いに逆方向となっている。

#### 【0017】

特許文献1および2記載の磁気テープによれば、下層強磁性金属薄膜と上層強磁性金属薄膜の膜厚等を制御することにより、ヘッドが斜方蒸着膜の柱状構造に対して一方向（矢印A方向）に摺動する場合と、逆方向（矢印B方向）に摺動する場合での記録再生特性の差を低減している。

#### 【0018】

特許文献1および2記載の磁気テープは、小型化と軽量性が要求される携帯用の超小型記録再生システムに適している。超小型記録再生システム用の磁気テ

プでは、カセットの小型化と同時に高密度記録および長時間記録が要求される。そこで、斜方蒸着テープの採用により高密度記録を可能とし、また、ヘッドをテープに対して双方向に摺動させることにより、テープの往復の両方で記録再生を行い、記録時間を確保している。

#### 【0019】

##### 【特許文献1】

特開平4-353621号公報

##### 【特許文献2】

特開平4-353622号公報

##### 【非特許文献1】

「磁気抵抗ヘッドー基礎と応用 林和彦 訳」丸善株式会社発行

#### 【0020】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記手法により双方向の記録再生特性を改善した斜方蒸着磁気テープ媒体は、高感度のMRヘッドを使用することを前提としておらず、MIG（メタルインギャップ）ヘッドに適している。特許文献1および2記載の磁気記録媒体では、2層の斜方蒸着膜から構成される磁性層の全厚が160～200nmである。

#### 【0021】

このような膜厚の磁性層が形成された磁気テープでMRヘッドを用いると、MRヘッドの飽和が起きる。さらに高感度のGMRヘッドも使用できない。したがって、高感度MRヘッド（あるいはGMRヘッド）と高密度記録が可能な斜方蒸着磁気テープ媒体を組み合わせるリニア方式の磁気テープ記録システムを実現しようとする場合、従来の特許文献1および2記載の磁気テープは適用できない。

#### 【0022】

特許文献1および2記載の磁気記録媒体によれば、非磁性支持体上に形成される第1の強磁性金属薄膜の膜厚 $\delta_1$ と、第1の強磁性金属薄膜上に形成される第2の強磁性金属薄膜の膜厚 $\delta_2$ が、次式（5）の関係を満たす。

$$1/3 \leq \delta_2 / \delta_1 \leq 2/3 \quad \dots (5)$$



## 【0023】

しかしながら、高感度MRヘッドあるいはGMRヘッドを採用するために磁性層を例えば全厚40nm程度に薄層化すると、上層の強磁性金属薄膜は膜厚10nm程度となる。これにより、上層の強磁性金属薄膜の磁気特性が著しく低下して、磁性層全体の磁気特性に対する下層の強磁性金属薄膜の寄与が過剰となりやすい。したがって、式(5)の条件では双方向での記録再生特性の差を改善できない場合が生じる。

## 【0024】

また、特許文献1および2記載の磁気記録媒体によれば、磁性層全体の保磁力 $H_c$ が、次式(6)の条件を満たす。

$$H_c \leq 1200 \text{ (Oe)} \quad \dots (6)$$

一般に、磁気記録媒体では、再生出力を高くするため、保磁力 $H_c$ は高いほうが望ましい。磁性層を薄層化すると、保磁力 $H_c$ は低下するため、特許文献1および2記載の磁気記録媒体で磁性層を薄層化すると、保磁力 $H_c$ は1200(Oe)( $\approx 96 \text{ (kA/m)}$ )よりもさらに低下する。したがって、再生出力が不足する。

## 【0025】

また、高密度記録を行うには、記録波長をより短くする必要があるが、これにより再生出力が低下するため、保磁力 $H_c$ を確保する必要がある。特許文献1および2の実施例では、記録波長を $0.67 \mu\text{m}$ としているが、MRヘッドを用いる記録再生システムでは、 $0.67 \mu\text{m}$ より短い記録波長、例えば $0.3 \mu\text{m}$ で記録再生が行われる。したがって、保磁力 $H_c$ は式(6)の条件より高くする必要がある。

## 【0026】

特許文献1および2記載の磁気テープが使用される超小型記録再生システムでは、電源の制約から低い記録電流で記録を行う必要があり、保磁力 $H_c$ が式(6)の範囲に設定される。一方、リニア方式の磁気記録テープシステムに想定される好適な用途の一つであるデータストレージ用途では、記録再生システムの体積や電源に制約が少ないため、保磁力 $H_c$ を高くすることが望ましい。

## 【0027】

以上のように、双方向に記録再生が行われる斜方蒸着磁気テープでは、斜方蒸着膜の柱状構造の異方性から、ヘッドの摺動方向によって記録再生特性が異なるという問題がある。互いに成長方向が異なる2層の斜方蒸着膜を積層させた従来の磁気記録媒体は、MRヘッドまたはGMRヘッドでの再生に適さないだけでなく、磁性層の薄層化や記録波長の短波長化に伴って再生出力が著しく低下する。すなわち、互いに成長方向が異なる2層の斜方蒸着膜を積層させた従来の磁気記録媒体によれば、MRヘッド等を使用するリニア方式の磁気記録再生システムで、高記録密度の記録再生を行うことができない。

## 【0028】

本発明は上記の問題点に鑑みてなされたものであり、したがって本発明は、磁気抵抗効果型磁気ヘッドを用いた信号の再生と、リニア方式での記録再生に適し、高密度記録が可能である磁気記録媒体を提供することを目的とする。

## 【0029】

## 【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するため、本発明の磁気記録媒体は、長尺状の非磁性支持体と、前記非磁性支持体の一主面に、真空薄膜形成技術によって形成された斜方柱状構造を有する磁性層であって、第1の強磁性金属薄膜と、前記第1の強磁性金属薄膜上に形成され、斜方柱状構造の成長方向が前記第1の強磁性金属薄膜と逆方向である第2の強磁性金属薄膜とを有する前記磁性層とを有し、前記磁性層の残留磁化 $M_r$ と膜厚 $\delta$ との積である $M_r \cdot \delta$ が、 $3 \text{ (mA)} \leq M_r \cdot \delta < 30 \text{ (mA)}$ の範囲にあり、前記第1の強磁性金属薄膜の膜厚 $d_1$ と前記第2の強磁性金属薄膜の膜厚 $d_2$ が、 $40 \text{ (nm)} \leq d_1 + d_2 \leq 100 \text{ (nm)}$  および  $1/2 \leq d_2/d_1 \leq 1$  の関係を有し、前記磁性層の保磁力 $H_c$ が、 $H_c \geq 100 \text{ (kA/m)}$  の範囲にあることを特徴とする。

## 【0030】

磁性層の残留磁化 $M_r$ と膜厚 $\delta$ との積 $M_r \cdot \delta$ を上記の範囲内とすることにより、信号の再生時にMRヘッドまたはGMRヘッドが飽和するのを防止でき、高感度のMRヘッドやGMRヘッドを用いた信号の再生が可能となる。また、磁性

層の全厚  $\delta = d_1 + d_2$  を上記の範囲内とすることにより、 $M_r \cdot \delta$  を上記の範囲内とすることができる。

#### 【0031】

磁性層を構成する2層の強磁性金属薄膜の膜厚比  $d_2/d_1$  を上記の範囲内とすることにより、リニア方式で記録再生を行うときの双方向での記録再生特性の差を低減できる。磁性層の保磁力  $H_c$  を上記の範囲内とすることにより、必要な再生出力が得られる。本発明の磁気記録媒体を、テープストリーマー用途を始めとした各種リニア方式の磁気記録再生システムに適用することにより、高密度記録が可能となる。

#### 【0032】

##### 【発明の実施の形態】

以下に、本発明の磁気記録媒体の実施の形態について、図面を参照して説明する。本発明の磁気記録媒体の一例の概略断面図を図1に示す。図1に示すように、磁気記録媒体10は、長尺状の非磁性支持体1上に下地層2、磁性層3および保護層4が順次形成されてなる構成を有している。磁性層3は下層強磁性金属薄膜3aと上層強磁性金属薄膜3bの2層構造である。

#### 【0033】

必要に応じて、保護層4上に所定の潤滑剤によって潤滑剤層5を形成してもよい。また、非磁性支持体1の磁性層3が形成されている側の面と反対側の面に、バックコート層6を形成してもよい。

#### 【0034】

磁気記録媒体10の磁性層3は斜方蒸着により形成され、斜方柱状構造を有する。下層強磁性薄膜3aと上層強磁性薄膜3bの成長方向は互いに逆であり、これらの強磁性薄膜3a、3bの膜厚は所定の範囲内に制御される。これにより、ヘッドと磁気記録媒体10を相対的に、磁気記録媒体の長手方向の一方向（矢印A方向）に移動させて記録再生を行った場合と、逆方向（矢印B方向）に移動させて記録再生を行った場合の記録再生特性の差が低減される。

#### 【0035】

次に、上記の磁気記録媒体10を構成する各層について詳細に説明する。

非磁性支持体 1 としては、従来の磁気テープにおいて用いられている公知の材料をいずれも適用できる。例えばポリエチレンテレフタレート (PET)、ポリエチレンナフタレート (PEN) 等のポリエステル類、ポリエチレン、ポリプロピレン等のポリオレフィン類、セルローストリアセテート等のセルロース誘導体、ポリカーボネート、ポリイミド、ポリアミド、ポリアミドイミド等のプラスチック類等が挙げられる。

#### 【0036】

下地層 2 は、最終的に得られる磁気記録媒体 10 の耐久性や走行性、および磁気テープ成膜時のハンドリング性を向上させる目的で、必要に応じて設けられる。例えば、バインダー樹脂、フィラー及び界面活性剤等を含有する塗料により下地層 2 を形成して表面に微細な凹凸を付加したり、機械的な強度を高めたりしてもよい。

#### 【0037】

下地層 2 を形成するバインダー樹脂としては、例えば水性ポリエステル樹脂、水性アクリル樹脂、水性ポリウレタン樹脂等が挙げられる。フィラーとしては、例えば耐熱性ポリマーからなる粒子、二酸化珪素、炭酸カルシウム等の粒子が用いられる。フィラーの平均粒径は 5 ~ 30 nm、フィラーによって形成される表面突起の密度は 50 万 ~ 3000 万個/mm<sup>2</sup> 程度とすることが好ましい。

#### 【0038】

下地層 2 を構成するフィラーの平均粒径や、フィラーによって形成される表面突起の密度は、最終的に得られる磁気記録媒体 10 の走行耐久性と電磁変換特性が良好となる範囲で適宜設定できる。あるいは、リソグラフィー技術によって非磁性支持体 1 上に人工的に凹凸を形成したり、メッキや真空薄膜形成技術によって金属、無機化合物または有機高分子からなる微小突起を形成したりしてもよい。

#### 【0039】

磁性層 3 は、真空下で強磁性金属材料を加熱蒸発させて被着させる真空蒸着法によって形成する。長尺状の非磁性支持体 1 を長手方向に走行させ、走行する非磁性支持体 1 の一主面側に磁性微粒子を堆積させて磁性層を形成する斜方蒸着の

製法は、成膜性が良好で、生産性が高く、操作も容易であるという利点を有している。

#### 【0040】

磁性層 3 を形成する真空蒸着装置としては、図 2 に示すような連続巻き取り式の真空蒸着装置 20 を適用することができる。真空蒸着装置 20 の真空室 21 は斜方蒸着用として構成され、内部が例えば  $1 \times 10^{-3} \text{Pa}$  程度の真空にされる。真空室 21 内には冷却キャン 22 と蒸着源 23 が配置されている。冷却キャン 22 は例えば  $-20^\circ\text{C}$  程度に冷却され、図中矢印 A で示す方向に回転する。蒸着源 23 は冷却キャン 22 と対向するように配置されている。

#### 【0041】

真空室 21 内には供給ロール 24 と、巻き取りロール 25 が配設されている。下地層 2 (図 1 参照) が形成された後の非磁性支持体 1 は、供給ロール 24 から図中矢印 B で示す方向に繰り出され、冷却キャン 22 の周面に沿って走行した後、巻き取りロール 25 に巻き取られる。

#### 【0042】

なお、供給ロール 24 と冷却キャン 22 との間、及び冷却キャン 22 と巻き取りロール 25 との間にはそれぞれガイドローラー 27、28 が配置されている。ガイドローラー 27 は供給ロール 24 から冷却キャン 22 に走行する非磁性支持体の張力を調節する。ガイドローラー 28 は冷却キャン 22 から巻き取りロール 25 に走行する非磁性支持体 1 の張力を調節する。これにより、非磁性支持体 1 が円滑に走行する。

#### 【0043】

蒸着源 23 は坩堝等の容器に Co 等の強磁性金属材料が収容されたものであり、真空蒸着装置 20 には蒸着源 23 の強磁性金属材料を加熱、蒸発させるための電子ビーム発生源 29 が配設されている。電子ビーム発生源 29 から電子ビーム 30 を蒸着源 23 の強磁性金属材料に加速照射することにより、蒸着源 23 の強磁性金属材料が図中矢印 C で示すように蒸発する。強磁性金属材料は蒸着源 23 と対向する冷却キャン 22 の周面に沿って走行する非磁性支持体 1 上に被着し、強磁性金属薄膜が形成される。

## 【0044】

蒸着源 23 と冷却キャン 22 との間には、第 1 のシャッタ 31 と第 2 のシャッタ 32 が設けられている。第 1 のシャッタ 31 は走行する非磁性支持体 1 の前段側に位置し、第 2 のシャッタ 32 は走行する非磁性支持体 1 の後段側に位置する。第 1 のシャッタ 31 と第 2 のシャッタ 32 は、冷却キャン 22 の周面に沿って走行する非磁性支持体 1 のうちの所定領域のみを外方（強磁性金属材料が蒸発している雰囲気）に露出させる。すなわち、第 1 のシャッタ 31 と第 2 のシャッタ 32 は、非磁性支持体 1 に対する強磁性金属材料気体の入射角度を制限する。

## 【0045】

強磁性金属薄膜の蒸着に際しては、非磁性支持体 1 の表面近傍で、かつ強磁性金属材料が入射する部分に、図示しない酸素ガス導入口を介して酸素ガスを供給する。これにより、成膜される磁性層に酸素が導入される。磁性層の酸化を適切に制御することにより、強磁性金属薄膜の磁気特性、耐久性および耐候性などを向上させることができる。また、蒸着源の加熱には上記のような電子ビームによる加熱手段の他、例えば抵抗加熱手段、高周波加熱手段、レーザ加熱手段等の公知の手段を使用できる。

## 【0046】

上記の構成の真空蒸着装置 20 においては、蒸着源 23 から強磁性金属材料を蒸発させるとともに冷却キャン 22 の周面に非磁性支持体 1 を走行させる。蒸発した強磁性金属材料は、第 1 のシャッタ 31 と第 2 のシャッタ 32 の間から外方に露出した部分にのみ堆積する。

## 【0047】

真空蒸着装置 20 は第 1 のシャッタ 31 側から第 2 のシャッタ 32 側に向かって非磁性支持体 1 を走行させるため、蒸発した強磁性金属材料は、まず第 1 のシャッタ 31 側の非磁性支持体 1 上に堆積する。そして、第 1 のシャッタ 31 側から第 2 のシャッタ 32 側に向かって非磁性支持体 1 が走行するにつれて、蒸発した強磁性金属材料が順次堆積する。したがって、上述した成膜方法によって磁性微粒子の入射角度を制限して形成した磁性層は、斜方構造をとる特徴がある。

## 【0048】

本発明における、高感度MRヘッドを用いたリニア方式の磁気記録テープシステムに適した斜方蒸着テープの磁性層3は、下層強磁性金属薄膜3aの斜方柱状構造の傾きと上層強磁性金属薄膜3bの斜方柱状構造の傾きが逆となっている構造をとっている。

#### 【0049】

上述した磁性層の構造を得るには、まず、ロール状の非磁性支持体1を一方向に進行させながら斜方蒸着を行うことにより、下層強磁性金属薄膜3aを成膜し、ロール状に巻き取る(図2の巻き取りロール25参照)。巻き取られたロールを供給ロール24に替え、図2に示すようにして再び斜方蒸着を行う。これにより、下層強磁性金属薄膜3aと斜方柱状構造の向きが異なる上層強磁性金属薄膜3bが形成される。

#### 【0050】

また、本発明の磁気記録媒体は、MRヘッドやGMRヘッドを有する記録再生装置に適用するものであって、ノイズの低減化を図り、C/N比の向上を図るためには、磁性層3は極めて薄層に形成することが望ましい。そこで、磁性層3の膜厚は40～100nmとする。

#### 【0051】

磁性層3の膜厚が40nm未満の場合は、磁性層が非常に薄くなることで結晶成長性が劣化し、高いC/N比を得るための十分な磁気特性が得られない。また、磁性層を100nmよりも厚い膜厚で形成すると、ヘッドの飽和現象が顕著となり、MRヘッドもしくはGMRヘッドを適用した場合に所望の記録密度を達成できないことがある。

#### 【0052】

さらに、下層強磁性金属薄膜の膜厚 $d_1$ と上層強磁性金属薄膜の膜厚 $d_2$ の比 $d_2/d_1$ が1/2未満の場合、下層強磁性金属薄膜からの信号の割合が大きくなり、正方向と逆方向で記録再生した際の長波長領域における信号出力差が大きくなる。また、 $d_2/d_1$ が1よりも大きくなると、上層強磁性金属薄膜からの信号の割合が大きくなり、正方向と逆方向で記録再生した際の短波長領域における信号出力差が大きくなる。

## 【0053】

磁性層3を形成する強磁性金属材料としては、この種の磁気記録媒体の作製に通常用いられる従来公知の金属材料や磁性合金をいずれも適用可能である。例えば、Co、Ni等の強磁性金属、Co-Ni系合金、Co-Fe系合金、Co-Ni-Fe系合金、Co-Cr系合金、Co-Pt系合金、Co-Pt-B系合金、Co-Cr-Ta系合金、Co-Cr-Pt-Ta系合金等の各種材料、あるいはこれらの材料を酸素雰囲気中で成膜し、膜中に酸素を含有させたもの、またはこれらの材料に一種または2種以上のその他の元素を含有させたものが挙げられる。

## 【0054】

本実施形態の磁気記録媒体10においては、磁性層3と非磁性支持体1との間に下地層2の他にも、磁性層3の結晶粒子の微細化と配向性向上を目的として真空薄膜形成技術を用いて中間層（図示せず）を形成してもよい。

## 【0055】

真空薄膜形成技術としては、真空下で所定の材料を加熱蒸発させて被処理体に被着させる真空蒸着法、所定の材料の蒸発を放電中で行うイオンプレーティング法、およびアルゴンを主成分とする雰囲気中でグロー放電を起こし、生じたアルゴンイオンでターゲットの表面原子をたたき出すスパッタリング法等のいわゆる物理的成膜法（PVD法）等が挙げられる。

## 【0056】

中間層を構成する材料としては、Co、Cu、Ni、Fe、Zr、Pt、Au、Ta、W、Ag、Al、Mn、Cr、Ti、V、Nb、Mo、Ru等の金属材料の他、これらの任意の2種類以上を組み合わせた合金、またはこれらの金属材料と酸素や窒素との化合物、酸化ケイ素、窒化ケイ素、ITO（indium tin oxide）、 $\text{In}_2\text{O}_3$ 、ZrO等の化合物、カーボン、ダイヤモンドライクカーボン等が挙げられる。

## 【0057】

磁性層3上には、良好な走行耐久性および耐食性を確保するためにダイヤモンドライクカーボンからなる保護層4が形成されている必要がある。保護層4は、



例えばプラズマ CVD (Chemical Vapor Deposition) 連続膜形成装置を用いて、CVD 法によって形成できる。

#### 【0058】

CVD 方式としては、メッシュ電極 DC プラズマ方式、電子ビーム励起プラズマソース方式、冷陰極イオンソース方式、イオン化蒸着方式、触媒 CVD 方式等の従来公知の方式をいずれも使用することができる。CVD 方式に使用する炭素化合物としては、炭化水素系、ケトン系、アルコール系等の従来公知の材料をいずれも使用できる。また、プラズマ生成時には、炭素化合物の分化を促進するためのガスとして、Ar、H<sub>2</sub>等が導入されていてもよい。

#### 【0059】

保護層 4 上には、走行性を良好にするために、例えば任意のパーフルオロポリエーテル系の潤滑剤を塗布して潤滑剤層 5 を形成してもよい。

また、非磁性支持体 1 の磁性層 3 が形成されている側の面と反対側の面には、走行性の向上や帯電防止等を目的としてバックコート層 6 を形成する。

#### 【0060】

バックコート層 6 は膜厚 0.2 ～ 0.7  $\mu$ m 程度であることが好適である。バックコート層 6 は、例えば無機顔料等の固体粒子を結合剤中に分散させ、結合剤の種類に応じた有機溶剤とともに混練してバックコート層用塗料を調製し、これを非磁性支持体 1 の裏面側に塗布して形成される。

#### 【0061】

上述のようにして作製される本実施形態の磁気記録媒体 10 は、MR ヘッドを用いたリニア方式の磁気記録テープシステム用の磁気記録媒体として好適である。ここで、MR ヘッドとは、磁気抵抗効果を利用して磁気記録媒体からの信号を検出する再生専用の磁気ヘッドである。一般に MR ヘッドは、電磁誘導を利用して記録再生を行うインダクティブ型磁気ヘッドよりも感度が高く再生出力が大きいので、高密度記録の磁気記録媒体に好適である。

#### 【0062】

MR ヘッドは、例えば Ni-Zn 多結晶フェライトのような軟磁性材料からなる一対の磁気シールドに絶縁体を介して挟持された略矩形状の MR 素子部を備え

る。なお、MR素子部の両端からは一对の端子が導出されており、これらの端子を介してMR素子部にセンス電流を供給できるようになっている。

#### 【0063】

MRヘッドを用いて磁気記録媒体からの信号を再生する際には、磁気記録媒体にMR素子部を摺動させる。そして、この状態でMR素子部の両端に接続された端子を介して、MR素子部にセンス電流を供給し、このセンス電流の電圧変化を検出する。

#### 【0064】

磁気記録媒体にMR素子部を摺動させた状態でMR素子部にセンス電流を供給すると、磁気記録媒体からの磁界に応じて、MR素子部の磁化方向が変化し、MR素子部に供給されたセンス電流と磁化方向との相対角度が変化する。そして、MR素子部の磁化方向とセンス電流の方向とがなす相対角度に依存して抵抗値が変化する。

#### 【0065】

このため、MR素子部に供給するセンス電流の値を一定にすることにより、センス電流に電圧変化が生じることになる。このセンス電流の電圧変化を検出することにより、磁気記録媒体からの信号磁界が検出され、磁気記録媒体に記録されている信号が再生される。なお、再生用磁気ヘッドとしては、いわゆる巨大磁気抵抗効果型磁気ヘッド（GMRヘッド）も適用可能である。

#### 【0066】

MR素子にバイアス磁界を印加する手法は、SAL（soft adjacent layer）バイアス方式の他、例えば永久磁石バイアス方式、シャント電流バイアス方式、自己バイアス方式、交換バイアス方式、バーバーポール方式、分割素子方式、サーボバイアス方式等、種々の手法が適用可能である。なお、巨大磁気抵抗効果素子や各種バイアス方式については、例えば非特許文献1に詳細に記載されている。

#### 【0067】

##### 【実施例】

以下、本発明の磁気記録媒体の具体的な実施例について、実験結果に基づいて

説明する。

〔実施例 1〕

非磁性支持体 1 として、膜厚  $8.0\ \mu\text{m}$ 、幅  $150\ \text{mm}$  のポリエチレンテレフタレート (PET) フィルムを用意した。

【0068】

この非磁性支持体 1 の磁性層形成面側に膜厚  $5\ \text{nm}$  の下地層 2 を形成した。下地層 2 は、アクリルエステルを主成分とする水溶性ラテックスにシリカ粒子を分散させた塗料を、非磁性支持体 1 上に塗布して形成した。シリカ粒子は直径  $10\ \text{nm}$  のものを用い、非磁性支持体 1 上でシリカ粒子の密度が  $1 \times 10^7$  個/ $\text{mm}^2$  程度となるようにした。

【0069】

次に、図 2 に示した真空蒸着装置 20 を用いて磁性層 3 を形成した。原料である金属磁性材料を Co とし、酸素ガス導入管から酸素を  $6.0 \times 10^{-4}\ \text{m}^3/\text{min}$  の導入量で導入し、電子ビーム発生源 29 から電子ビーム 30 を照射して加熱し、反応性真空蒸着により、Co-CoO 系磁性層を形成した。

【0070】

磁性層 3 の形成は、下層強磁性金属薄膜 3a の成膜と上層強磁性金属薄膜 3b の成膜の 2 回に分けて行った。下層強磁性金属薄膜の膜厚  $d_1$  を  $50\ \text{nm}$ 、上層強磁性金属薄膜の膜厚  $d_2$  を  $25\ \text{nm}$  とした。このとき、第 1 のシャッタ 31 および第 2 のシャッタ 32 により、Co 蒸着粒子の最小入射角度を  $45^\circ$ 、最大入射角度を  $70^\circ$  に調整した。

【0071】

次に、上述のようにして形成した磁性層 3 上に、ダイヤモンドライクカーボン膜からなる保護層 4 を、プラズマ CVD 法によって膜厚  $10\ \text{nm}$  で形成した。さらに、保護層 4 上にパーフルオロポリエーテル系潤滑剤を塗布して、膜厚  $2\ \text{nm}$  の潤滑剤層 5 を形成した。

【0072】

また、非磁性支持体 1 の磁性層 3 が形成されている側の面と反対側の面に、カーボン粒子とウレタン樹脂を含むバックコート用塗料を塗布して、膜厚  $0.5\ \mu$

mのバックコート層 6 を形成した。カーボン粒子は平均粒径 2 0 n m のものを用いた。バックコート用塗料の塗布には、ダイレクトグラビア法による塗布装置を用いた。以上の工程により、目的とする磁気記録媒体 1 0 の原反を得た後、原反を 1 / 2 インチ幅に裁断して、サンプルの磁気テープを得た。

【 0 0 7 3 】

〔実施例 2 ～ 5 〕 および 〔比較例 1 ～ 5 〕

上記の実施例 1 における下層強磁性金属薄膜の膜厚  $d_1$  と上層強磁性金属薄膜の膜厚  $d_2$  を、表 1 に示すように変化させた以外は、実施例 1 と同様にして磁気テープを作製した。

【 0 0 7 4 】

【表 1】

	下層膜厚 $d_1$ [nm]	上層膜厚 $d_2$ [nm]	磁性層全厚 $d_1 + d_2$ [nm]	$d_2/d_1$	正方向と逆方向での記録 再生時の信号出力差[dB]		保磁力 $H_c$ [kA/m]
					波長 $2.0 \mu\text{m}$	波長 $0.3 \mu\text{m}$	
実施例 1	50	25	75	0.50	1.2	0.6	125
実施例 2	57	40	97	0.70	0.5	0.1	135
実施例 3	28	15	43	0.54	0.8	0.2	105
実施例 4	32	31	63	0.97	0.2	1.3	120
実施例 5	45	23	68	0.51	1.0	0.3	122
比較例 1	64	39	103	0.61	測定不可		140
比較例 2	24	14	38	0.58	0.7	0.1	98
比較例 3	31	33	64	1.06	0.2	1.5	118
比較例 4	56	27	83	0.48	1.5	0.3	130
比較例 5	48	57	105	1.19	測定不可		137

【0075】

上述のようにして作製した各サンプル磁気テープに対して、以下に示す方法を

用いて電磁変換特性および磁気特性の評価を行った。具体的には、電磁変換特性の評価にはドラムテストを用いた。記録ヘッドはギャップ長  $0.22\ \mu\text{m}$ 、トラック幅  $20\ \mu\text{m}$  の MIG ヘッドを使用した。電磁変換特性の評価では、MIG ヘッドで記録波長  $2.0\ \mu\text{m}$  と  $0.3\ \mu\text{m}$  にて記録し、トラック幅  $5\ \mu\text{m}$  の NiFe MR ヘッドを用いて再生したときのキャリア出力を測定した。

#### 【0076】

測定方向は、磁気テープと磁気ヘッドを相対的に正方向と逆方向で動作するようにした状態でそれぞれ測定した。記録ヘッドの記録電流は、それぞれのサンプルにおいて正方向で測定した際の再生出力が最大となる値とし、逆方向の測定においても同じ記録電流に固定した。なお、磁気テープと MR ヘッドとの相対速度は  $7\text{ m/sec}$  とした。磁気特性は、試料振動型磁力計 (VSM) を用いて測定した。テープ面内長手方向に対して測定した際の保磁力を評価した。

#### 【0077】

表 1 に示すように、実施例 1～5 の磁気テープは、磁性層の全厚  $d_1 + d_2$  が  $40 \sim 100\text{ nm}$  の範囲内であり、下層強磁性金属薄膜の膜厚  $d_1$  と上層強磁性金属薄膜の膜厚  $d_2$  の比である  $d_2/d_1$  が、 $1/2 \leq d_2/d_1 \leq 1$  の範囲内である。実施例 1～5 の磁気テープでは、正方向と逆方向で記録再生した際の信号出力差が、記録波長  $2.0\ \mu\text{m}$  と  $0.3\ \mu\text{m}$  のいずれの場合も  $1.4\text{ dB}$  以内となり、良好な双方向記録再生特性が得られた。

#### 【0078】

一方、比較例 1 と 5 は、磁性層全厚  $d_1 + d_2$  が  $100\text{ nm}$  を超えている。比較例 1 と 5 では、信号出力が大きく MR ヘッドが飽和して、正確な測定値が得られなかった。膜厚比  $d_2/d_1$  については、比較例 1 が  $1/2 \leq d_2/d_1 \leq 1$  であり、比較例 5 が 1 を超えているが、いずれも正確な測定値が得られなかった。

#### 【0079】

比較例 2 は、磁性層全厚  $d_1 + d_2$  が  $40\text{ nm}$  未満である。比較例 2 では、磁気特性である保磁力が  $100\text{ kA/m}$  未満となり、磁気記録媒体に好適な特性が得られなかった。

#### 【0080】

比較例 3 は、膜厚比  $d_2/d_1$  が 1 を超えている。比較例 3 では、上層強磁性金属薄膜の信号出力差に与える影響が大きくなり、波長  $0.3 \mu\text{m}$  での信号出力差が 1.5 dB となり、双方向記録に好適な媒体が得られなかった。

#### 【0081】

比較例 4 は、膜厚比  $d_2/d_1$  が  $1/2$  未満である。比較例 4 では、下層強磁性金属薄膜の信号出力差に与える影響が大きくなり、波長  $2.0 \mu\text{m}$  での信号出力差が 1.5 dB となり、双方向記録に好適な媒体が得られなかった。

#### 【0082】

以上のように、上記の本発明の実施形態の磁気テープによれば、2 層の斜方蒸着膜の成長方向の違いに基づく、記録再生特性の双方向での差が低減される。本実施形態の磁気テープは、磁性層の薄層化や記録波長の短波長化によっても再生出力が低下しにくい。

#### 【0083】

したがって、本実施形態の磁気テープは、MR ヘッド等を使用するリニア方式の磁気記録再生システムで、高記録密度の記録再生を行うことができる。本発明の磁気記録媒体の実施形態は、上記の説明に限定されない。本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の変更が可能である。

#### 【0084】

##### 【発明の効果】

本発明の磁気記録媒体によれば、高感度な磁気抵抗効果型磁気ヘッドを用いた信号の再生と、リニア方式での記録再生を行うことが可能であり、高密度記録が可能となる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

図 1 は本発明の磁気記録媒体の断面図である。

##### 【図 2】

図 2 は本発明の磁気記録媒体の磁性層を形成するための真空蒸着装置を示す概略図である。

##### 【図 3】

図 3 は従来の磁気記録媒体の断面図である。

【図 4】

図 4 は従来の磁気記録媒体の断面図である。

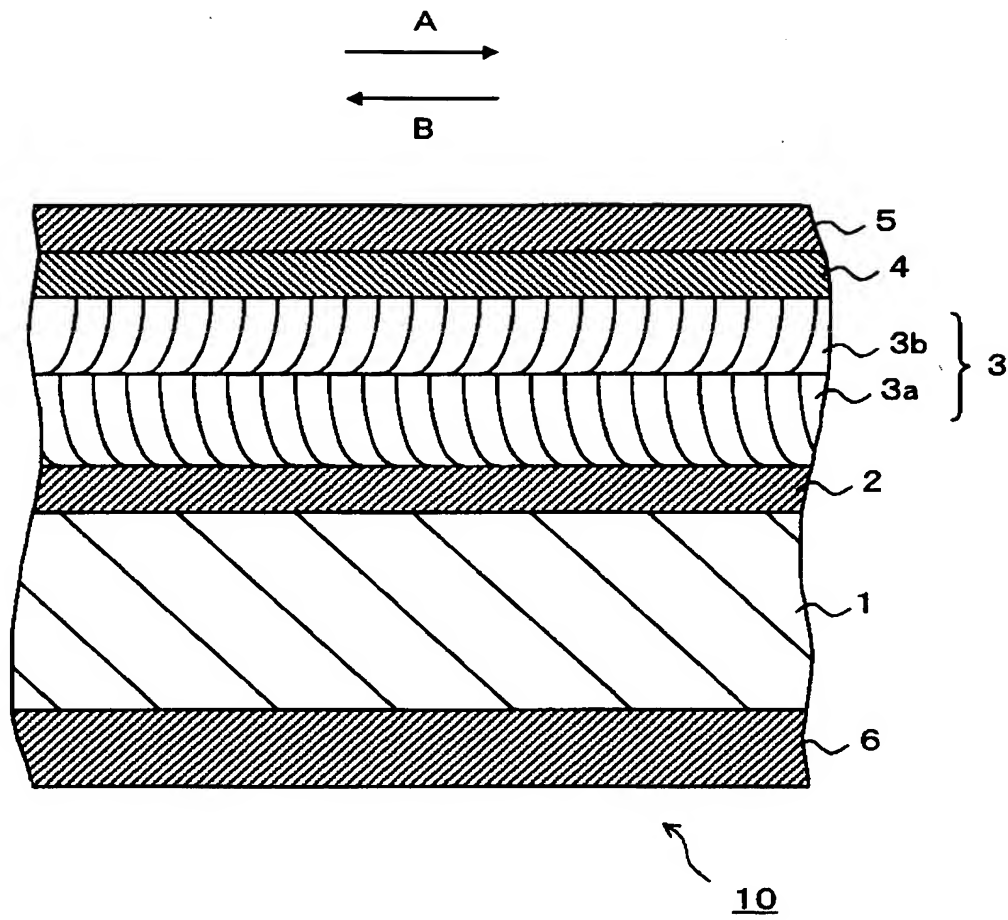
【符号の説明】

1…非磁性支持体、2…下地層、3…磁性層、3 a…下層強磁性金属薄膜、3 b…上層強磁性金属薄膜、4…保護層、5…潤滑剤層、6…バックコート層、1 0…磁気記録媒体、2 0…真空蒸着装置、2 1…真空室、2 2…冷却キャン、2 3…蒸着源、2 4…供給ロール、2 5…巻き取りロール、2 7、2 8…ガイドローラー、2 9…電子ビーム発生源、3 0…電子ビーム、3 1…第 1 のシャッタ、3 2…第 2 のシャッタ、1 0 1…非磁性支持体、1 0 2…磁性層、1 0 2 a…下層強磁性金属薄膜、1 0 2 b…上層強磁性金属薄膜。

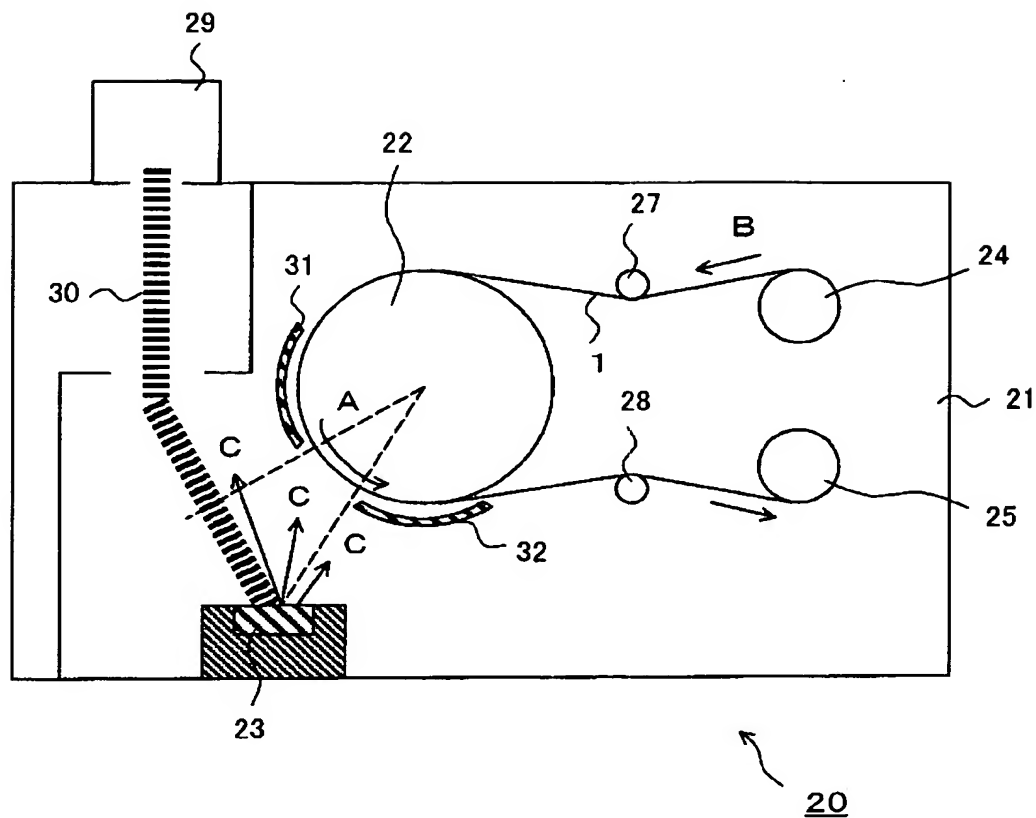


【書類名】 図面

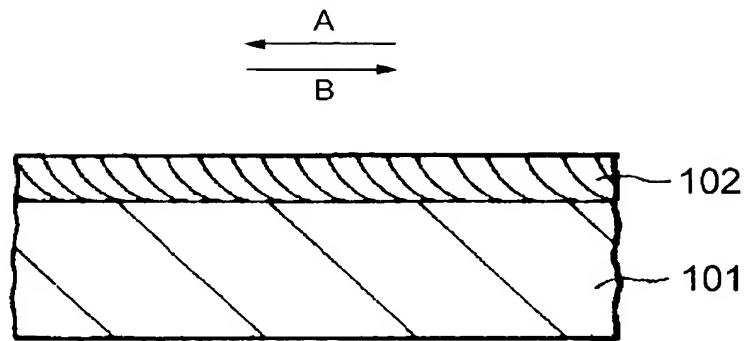
【図 1】



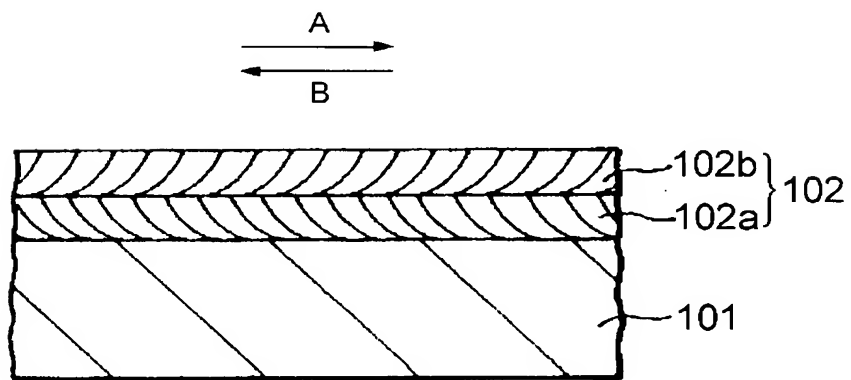
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 磁気抵抗効果型磁気ヘッドを用いた信号の再生と、リニア方式での記録再生に適し、高密度記録が可能である磁気記録媒体を提供する。

【解決手段】 非磁性支持体上に真空薄膜形成技術で形成された斜方柱状構造を有する磁性層を有し、磁性層は第 1 の強磁性金属薄膜と、斜方柱状構造の成長方向が前記第 1 の強磁性金属薄膜と逆方向である第 2 の強磁性金属薄膜からなり、磁性層の残留磁化  $M_r$  と膜厚  $\delta$  との積  $M_r \cdot \delta$  が  $3 \text{ (mA)} \leq M_r \cdot \delta < 30 \text{ (mA)}$  で、第 1 の強磁性金属薄膜の膜厚  $d_1$  と第 2 の強磁性金属薄膜の膜厚  $d_2$  が  $40 \text{ (nm)} \leq d_1 + d_2 \leq 100 \text{ (nm)}$  および  $1/2 \leq d_2/d_1 \leq 1$  であり、磁性層の保磁力  $H_c$  が  $H_c \geq 100 \text{ (kA/m)}$  である磁気記録媒体。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 7 5 1 2 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 2 1 8 5 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号

氏 名

ソニー株式会社